

東京都内における鉄道の自然災害に対する脆弱性の検討

○中央大学 学生員 金子 貴裕
中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

東京都内における鉄道運行に支障をきたす自然災害として大雨や強風、地震などが挙げられる。これらの災害によって、鉄道が30分以上の遅延または列車の運休が生じると、いわゆる「輸送障害」の状態になる。

図-1に、自然災害による輸送障害の発生件数の年度別の推移を示す。図-1より2007、2009年度を除き自然災害による輸送障害の発生は年々増加している。また近年、輸送障害を引き起こす原因となる自然災害が増加している。例として、気象庁が定義した局地的大雨が多く発生している。2013年7月23日から9月30日にかけて全国で発生した局地的大雨は2799回あり、そのうち東京都では116回発生している。¹⁾ よって自然災害による輸送障害がさらに増加することが考えられる。

以上のような背景に基づき、本研究では、東京都内を運行している鉄道が様々な自然災害により、輸送障害が発生する可能性のある、すなわち自然災害に対して脆弱な路線を検討することを目的とする。

2. 検討方法

2.1 路線選定

本研究では、東京都で運行しているJR線、私鉄線さらに地下鉄線での東京都内を運行している範囲を対象とする。

2.2 使用データ

本研究で用いるデータとして、国土交通省発表の「運転事故等整理表」²⁾に記載されている、輸送障害の発生した場所、原因、さらに列車影響の項目を用いる。期間は2002年度4月から2013年度9月までを対象とする。

2.3 検討方法

本研究で行う評価の方法として、輸送障害の発生件数、発生原因等をGIS(ArcGIS10.2)上にマッピングすることにより、自然災害に対しての検討を行う。

3. 輸送障害発生件数

3.1 輸送障害発生件数

対象路線において記載期間内での自然災害による輸送障害は、153件発生している。²⁾ また鉄道事業者をJR東日本、私鉄、地下鉄の三種類に分類し、表-1に年度別の輸送障害発生件数、表-2に発生原因別の輸送障害発生件数を示す。

3.2 年度別輸送障害発生件数

表-1から、2006、2008、2012年度はJR東日本の輸送障害発生件数が多いことがわかる。2011年度は私鉄の輸送障害発生件数が多く、地下鉄に関しては各年度とも輸送障害の発生件数が少ない傾向がある。

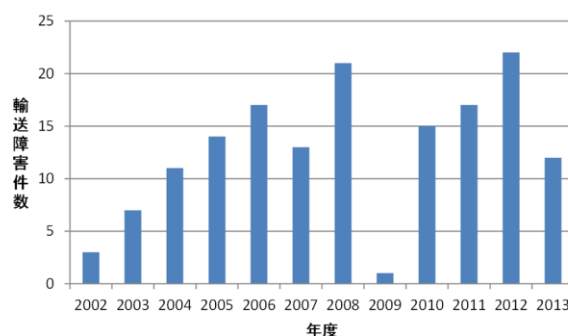


図-1 輸送障害発生件数の推移

表-1 年度別輸送障害発生件数¹⁾

年度	JR	私鉄	地下鉄	計
2002	0	1	2	3
2003	3	2	2	7
2004	7	1	3	11
2005	7	5	2	14
2006	15	1	1	17
2007	7	4	2	13
2008	17	4	0	21
2009	0	1	0	1
2010	3	9	3	15
2011	3	11	3	17
2012	13	7	2	22
2013	2	9	1	12
計	77	55	21	153

表-2 原因別輸送障害発生件数¹⁾

原因	JR	私鉄	地下鉄	計
水害	15	4	6	25
風害	22	20	7	49
雪害	2	6	3	11
震害	2	9	2	13
雷害	7	13	1	21
落石	1	0	0	1
冷害	9	0	0	9
気温上昇	8	1	0	9
倒木	6	2	2	10
その他	5	0	0	5
計	77	55	21	153

3.3 原因別輸送障害発生件数

表-2から、風害による輸送障害は対象期間の輸送障害発生件数の32%を占めることがわかる。さらに赤く示した、水害と風害の2つによる輸送障害は対象期間の輸送障害発生件数の48%に上ることから、水害と風害が自然災害による輸送障害の主要原因であると考えられる。また水害、風害による輸送障害は、表-2のようにJR東日本において多く発生している。これに対して雷害による輸送障害は、私鉄において多く発生している。

4. 脆弱箇所の選定

4.1 輸送障害発生箇所について

自然災害による輸送障害が発生した箇所を原因別に分けてプロットしたものを図-2に示す。図-2より、発生箇所として多く見られるのは、東京湾沿岸部、奥多摩付近、府中付近、そして山手線よりも内側(以下都心部)である。

また、図-2より、東京都東部において、多くの自然災害が発生している。沿岸部を運行している京葉線において、風害が多く見受けられる。府中市などの京王線が運行している箇所においては雷害により、輸送障害が発生している。一方、東京都西部において、水害による輸送障害が多く発生している。さらに青梅線の青梅駅～奥多摩駅間においては、水害の他に冷害による輸送障害が発生している。

図-3は、同一箇所での輸送障害の発生件数の分布である。東京都東部は図中の東側の丸に示した、新木場駅付近、東京駅、御茶ノ水駅にて3回以上輸送障害が発生している。東京都西部においては、中央線立川駅～日野駅間において4回輸送障害が発生している。また、図中の西側の丸に示した、青梅線の青梅駅～奥多摩駅間においても輸送障害が多く発生している。

4.2 脆弱な箇所の選定

4.1において輸送障害の発生原因や、同一箇所での輸送障害の発生を考慮し、自然災害に対する脆弱な箇所の選定を行う。まず、沿岸部において風害による輸送障害が多く発生している、京葉線新木場駅付近を選定する。次に東京都の中心部にあたり、様々な原因により輸送障害が発生している、JR山手線沿線及び内側を選定する。そして、同一箇所では輸送障害が多く発生していないものの、平地である府中や三鷹付近を選定する。最後に、同一箇所において輸送障害が多く発生しており、かつ山間部に位置し、冷害や水害によるなど様々な原因で輸送障害が発生している、青梅線青梅駅～奥多摩駅間を選定する。

4地点を選定した理由としては、沿岸部、都心部、平地部、そして山間部という地形条件や沿線環境などが異なることが挙げられる。4地点を選定することにより、地形条件や沿線環境の違いによる、輸送障害の原因を比較検討することが可能になる。

5. 選定地点の比較検討

5.1 新木場駅付近

図-4、図-5はそれぞれ都心部の原因別の輸送障害の発生分布と、輸送障害の発生回数の分布である。

図-4の丸で示した新木場駅付近では、風害による輸送障害が13件発生している。この原因として、新木場駅付近は、周囲に荒川、旧江戸川などの河川の上を路線が運行しており多くの鉄橋がある。河川などの上では風を遮るものがなく、風の影響を大きく受ける。また沿岸部を運行しているため、路線南側も風を遮るものが少ないため、風の影響を大きく受ける。以上の要因より新木場駅付近では強風を原因

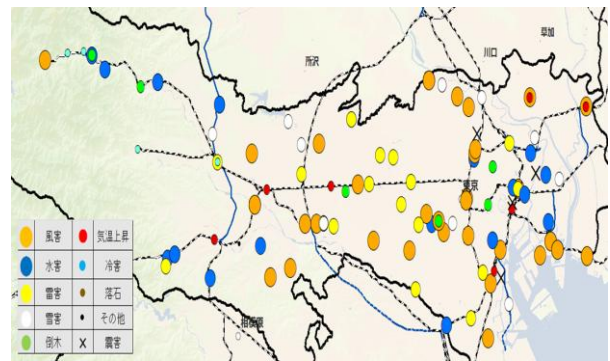


図-2 自然災害による輸送障害の分布

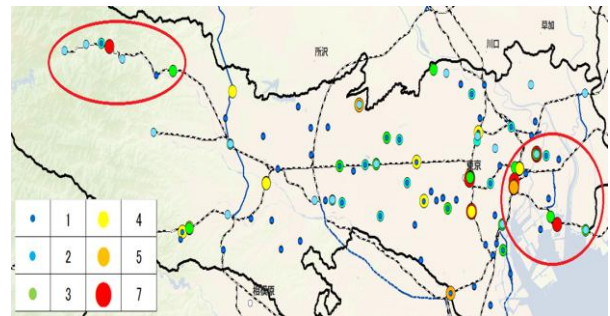


図-3 同一箇所による輸送障害の分布

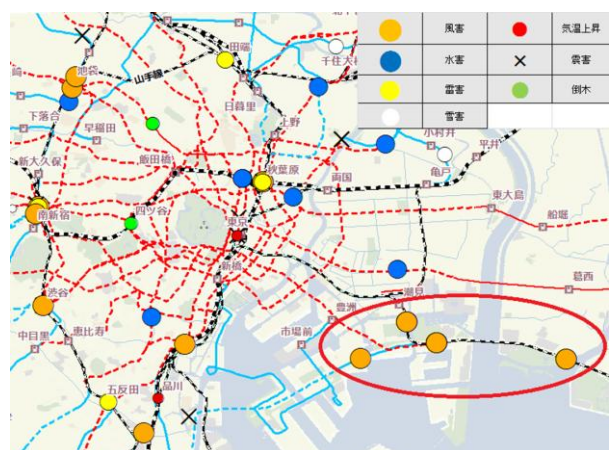


図-4 都心部原因別分布

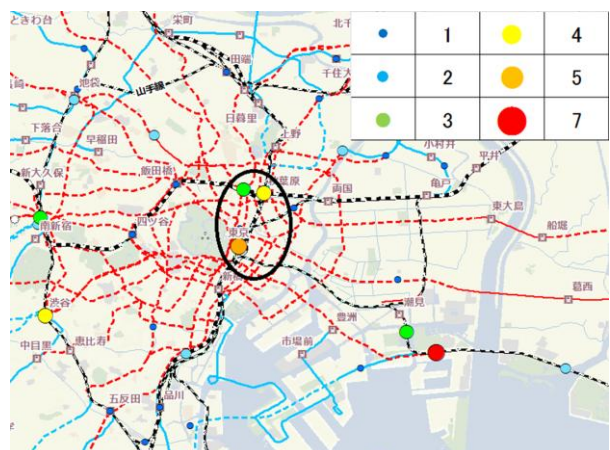


図-5 都心部発生回数別分布

とした輸送障害が発生していると考えられる。

5.2 都心部

図-4より、都心部においては風害と水害が多く発生していることがわかる。また震害も多く発生しているが、これは全線運転中止になっているため、路線の都心部の代表的な駅をプロットしたためである。

また、図-5の丸で示した所より、東京駅や御茶ノ水駅などで複数回輸送障害が発生している。御茶ノ水駅で水害が多発する原因としては、丸ノ内線御茶ノ水駅～淡路町駅間にある神田川の橋梁があげられる。この橋梁は桁と水面との差が小さいため大雨等の神田川増水時には、御茶ノ水駅を発着する他の路線よりも早く運転規制を行うことが考えられる。都心部は地下鉄が多く運行しており、南北線でも浸水被害により水害が発生している。²⁾

5.3 青梅駅～奥多摩駅間

図-6、図-7はそれぞれ青梅駅～奥多摩駅間の、原因別の輸送障害の発生分布と、輸送障害の発生回数の分布である。また、図-6の丸で示した部分等は土砂災害警戒区域である。図-6より、発生原因は風害、倒木、冷害や水害と多岐にわたっていることがわかる。図-7より、自然災害による輸送障害は17件発生している。また川井駅付近では対象期間内に7回輸送障害が発生している。

これらの原因として、青梅駅～奥多摩駅間は土砂災害警戒区域に指定されている区間が多く、土砂災害の被害を受ける危険性が高い。そのため、他の区間と比較し運転規制基準が厳しく設定されていると推測できる。また、冷害による輸送障害は、対象区間において6回発生しており、発生時刻は全件午前5時台となっている。被害としては、架線の凍結である。被害事例として、2012年3月25日に青梅線鳩ノ巣駅～古里駅間において発生したものを挙げる。「走行中に架線凍結による故障の表示があり、川井駅到着後同駅で抑止となる。その後作業員による点検の結果、安全が確認され同駅を79分遅れで発車した。」²⁾

青梅線において冷害による輸送障害が多発している原因としては、山間部に位置しているために気温が低いことが考えられる。青梅線で発生した冷害と同一時刻の気象庁の過去の観測データ³⁾の青梅、東京各観測点の気温を比べると、6件の平均値で青梅観測点は東京観測点よりも5.4℃低いことがわかった。このことから山間部では平地部と比べ気温が低く冷害による輸送障害が多発しているといえる。

5.4 府中・三鷹付近

図-8、図-9は、府中・三鷹付近の原因別の輸送障害の発生分布と、輸送障害の発生回数の分布である。

図-8より、風害や雷害による輸送障害が多く発生している。しかしながら図-9より、同一箇所での発生は多く見られない。

強風による輸送障害の原因として考えられることは、盛土区間や高架区間が存在し、これらの周辺は風を遮るものが少ないため、風の影響を大きく受け

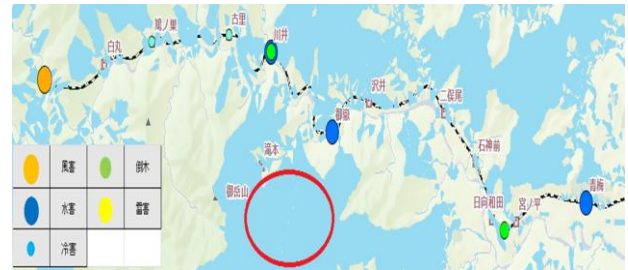


図-6 奥多摩付近原因別分布

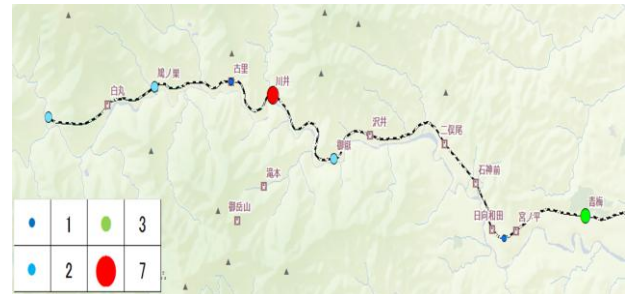


図-7 奥多摩付近回数別分布



図-8 府中・三鷹付近原因別分布

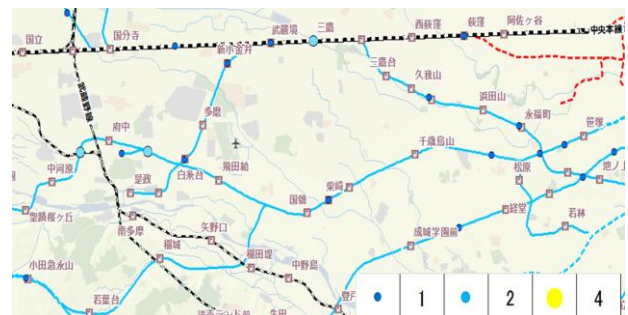


図-9 府中・三鷹付近発生回数分布

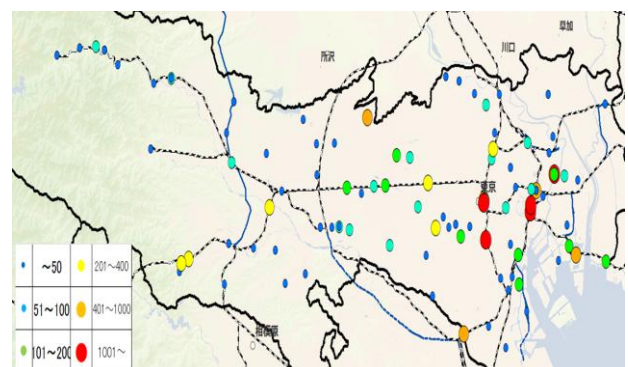


図-10 運休本数別分布

ると考えられる。また雷害についての被害事例として、2013年8月11日に調布駅にて発生したものをあげる。「14時54分頃調布駅付近で落雷が発生し、全線で運転を見合わせた。その後、21時33分に全線運転再開した。」²⁾このような府中・三鷹付近の雷害による輸送障害は、6月から9月の間に発生している。夏期に発生している雷は、太平洋高気圧からの暖かく湿った空気が流れ込み、高い山々にぶつかり上昇気流となる。上昇気流に乗った湿った空気が雨雲となり、山沿いで雨を降らす。さらに南下し平地などで雷雨となる。⁴⁾そのため府中・三鷹付近は、西部に山々があるため落雷が多いと考えられる。

5.5 輸送障害の影響の検討

図-10に、各輸送障害にて生じた運休列車本数の分布を示す。同様に図-11、図-12に、各輸送障害にて生じた遅延列車本数及び、最大遅延時間の分布を示す。図-10より、運休本数は東京都西部においては、ほぼ50本以下となっている。一方、東部の都心部において運休本数は100本以上の所が多くなっている。図-11より遅延列車本数も同様な傾向がみられる。この原因として考えられることは、列車運行本数が東部地域の方が西部地域より多い。このことから、東部地域にて運休や遅延する本数が多くなるといえる。

表-3に、災害別平均最大遅延時間を示す。表-3より、列車の遅延が大きくなる原因として、水害、風害、そして雷害が挙げられる。図-12より、遅延時間の分布は都内に満遍なく分布している。よって遅延時間の大小は、地形条件ではなく原因によって区別されることがわかった。

6. おわりに

本研究において、東京都内における自然災害による輸送障害の事例²⁾を入手した。輸送障害のデータ²⁾をGISに取り込み、自然災害による輸送障害の発生原因や発生回数を地図上にマッピング、及び脆弱性の検討を行った。

検討を行った結果、地形条件や地域により以下のような輸送障害が発生していることがわかった。

沿岸部

- ・風を遮るものが少ないために風害の多発。

都市部

- ・地下鉄において、浸水被害や危険性による水害。

山間部

- ・土砂災害の危険性が高いため、大雨による水害。
- ・気温低下による架線の凍結による冷害。

平地部

- ・夏季に落雷による変電設備等の故障。
- ・盛土区間を走行するために発生する風害。

また、水害、風害、及び雷害による輸送障害が発生すると、列車の遅延時間が大きくなることがわかった。

今後の課題としては、実際に輸送障害が発生していない箇所においてどのような輸送障害が発生する可能性が高いか検討を行う。そのために輸送障害が

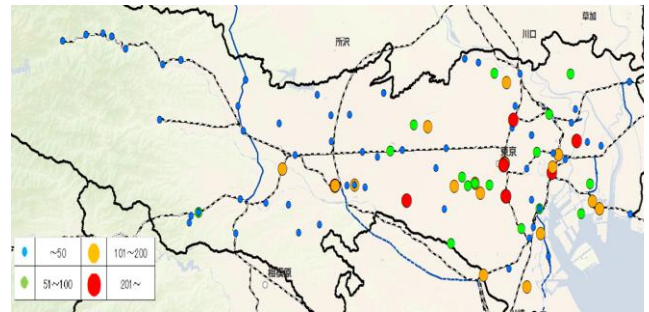


図-11 遅延本数別分布

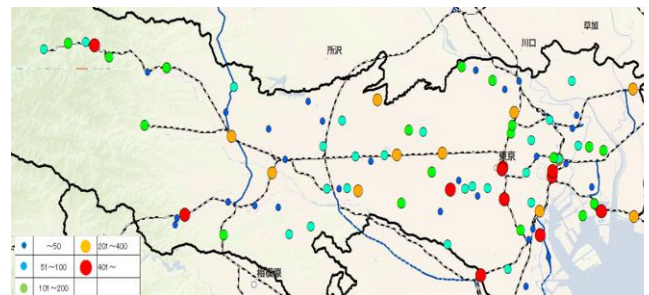


図-12 遅延分数別分布

表-3 災害別平均最大遅延時間

	平均最大遅延時間(分)
水害	119.0
風害	134.0
雪害	47.2
震害	366.0
雷害	156.0
落石	103.0
冷害	78.4
気温上昇	41.3
倒木	56.7
その他	127.0

発生していない区間の抽出、及び検討を行っていく。

参考文献

- 1) weathernews：ウェザーニューズ、今夏の“ゲリラ雷雨”まとめ発表，2013年10月10日，<http://weathernews.com/ja/nc/press/2013/131010.html>
- 2) 国土交通省：運転事故等整理表，2002-2013
- 3) 気象庁ホームページ：各種データ・資料，<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>
- 4) FRANKLIN JAPAN：雷の基礎知識，<http://www.franklinjapan.jp/contents/knowledge/>